



DEUTSCHES
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: 196 16 324.2
22 Anmeldetag: 24. 4. 96
43 Offenlegungstag: 30. 10. 97

DE 196 16 324 A 1

71 Anmelder:
Deutsche Telekom AG, 53113 Bonn, DE

72 Erfinder:
Koops, Hans W. P., Dr.-Ing., 64372 Ober-Ramstadt, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:
US 52 65 185
EHRFELD, Wolfgang, et. al.: Integrated Optics and
Micro-Optics with Polymers. B.G.Teunber Verlag,
Stuttgart, Leipzig, 1993, S. 159-176;

54 Verfahren zur Herstellung von aktiven bzw. passiven Komponenten auf Polymerbasis für die integrierte Optik

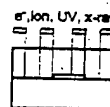
57 Ziel des erfindungsgemäßen Verfahrens ist die kostengünstige Herstellung von aktiven und passiven optoelektronischen Komponenten hoher Güte mit hohem Integrationsgrad und großer Packungsdichte.

Erfindungsgemäß wird auf eine optoelektronische Komponente eine strukturierbare Lack-Polymerschicht hoher Güte aufgebracht. Mittels einer Ätzmaske in Verbindung mit einer hochgradig anisotropen Tiefenätzung wird eine Struktur hergestellt, die durch Gasphasen- bzw. Flüssig-Phasen-Eindiffusion mit Monomeren gefüllt wird. In Abhängigkeit von der Art der für die Eindiffusion verwendeten Monomere sowie der Temperatur und der Einwirkzeit lassen sich die optischen Eigenschaften der optischen Komponente gezielt verändern.

Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht die Erhöhung der Packungsdichte zukünftiger integrierter Monomode-Optik bei gleichzeitiger kostengünstiger Herstellung großer Stückzahlen.



Polymer (Novolak)
Leiterbahn
Glas

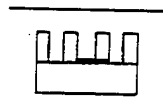


Maske

Polymer (Novolak)
Leiterbahn
Glas



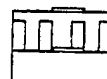
Stylieren der
unbelichteten Bereiche



Sauerstoff-Plasma



Eindiffundieren von
NLO-Materialien



Füllen mit anderem
optisch aktivem Material
darauf Leiterbahn-Struktur

DE 196 16 324 A 1

Die erfindungsgemäße Lösung bezieht sich auf die Herstellung von aktiven bzw. passiven optoelektronischen Komponenten auf Polymerbasis. Die zu lösende technische Aufgabe besteht in der Entwicklung eines Verfahrens, das auf die Herstellung von passiven und aktiven optoelektronischen Komponenten mit hohem Integrationsgrad und großer Packungsdichte ausgerichtet ist. Der Herstellungsprozeß soll es ermöglichen, Einfluß in Bezug auf Parameter und Eigenschaften der zu erzeugenden optoelektronischen Komponente zu nehmen, wobei insbesondere der Brechungsindex, die nichtlinear-optische Eigenschaft, die Polarisierbarkeit, die Doppelbrechung und die Verstärkereigenschaften während des Herstellungsprozesses gezielt beeinflusst werden sollen.

Heutige Herstellungsverfahren für Komponenten und Schaltungen der integrierten Optik basieren, wie bei

- 1.] R. Kashyap, in "Photosensitive Optical Fibers: Devices and Applications", Opt. Fibres Techn. 1, S. 17—34 (1994) beschrieben, auf der Glasfasertechnologie, die eine "allfiber"-Lösung für die in der Telekommunikation benötigten Schaltungen anstrebt. Dabei werden integriert-optische Wellenleiterschaltungen zusammen mit aktiven und passiven Komponenten auf teuren Halbleitersubstraten mit noch teurer Molekularstrahl-Epitaxie oder metallorganischer Deposition aus der Dampfphase aufgebaut, um die in der Telekommunikation geforderten optischen Schaltungen zu realisieren. Eine Beschreibung derartiger Verfahren ist den nachfolgenden Quellen zu entnehmen:
- 2.] C. Cremer, H. Heise, R. März, M. Schienle, G. Schulte-Roth, H. Unzeitig, "Bragg Gratings on InGaAsP/InP-Waveguides as Polarization Independent Optical Filters" J. of Lightwave Techn., 7, 11, 1641 (1989),
- 3.] R. C. Alferness, L. L. Buhl, U. Koren, B. I. Miller, M. G. Young, T. L. Koch, C. A. Burrus, G. Raybon, "Broadly tunable InGaAsP/InP buried rib waveguide vertical coupler filter", Appl. Phys. Lett., 60, 8, 980 (1992),
- 4.] Wu, C. Rolland, F. Sheperd, c. Larocque, N. Puetz, K. D. Chik, J. M. Xu, "InGaAsP/InP Vertical Filter with Optimally Designed Wavelength Tunability", IEEE Photonics Technol. Lett., 4, 4, 457 (1993),
- 5.] Z. M. Chuang, L. A. Coldren "Enhanced wavelength tuning in grating assisted codirectional coupler filter", IEEE Photonics Technology Lett., 5, 10, 1219 (1993).

Weiterhin ist ein Verfahren für die Herstellung von Wellenleiterschaltungen aus polymeren Wellenleitern durch maskengestützte Belichtungsverfahren bekannt, wie es in Quelle 6.] von L. H. Lösch, P. Kersten and W. Wischmann in "Optical Waveguide Materials" (M. M. Broer, G. H. Sigel Jr., R. Th. Kersten, H. Kawazoe ed) Mat. Res. Soc. 244, Pittsburg, PA 1992, pp 253—262 beschrieben wurde.

Eine weitere bekannte Lösung basiert auf der Definition der Wellenleiter durch Einätzen einer Stufe in optisch dünnere Schichten. Ein derartiges Verfahren wurde durch 7.] K.J. Ebeling, in "Integrierte Optoelektronik" (Springer Verlag 1989) 81 beschrieben.

1. Ein weiteres bekanntes Verfahren beruht auf der Silylierung. Mit dem Silylierungsverfahren wurden bereits Wellenleiter in NOVOLAK definiert und auf ihre Anwendbarkeit in der integrierten Optik untersucht, wie in Quelle 8.] von T. Kerber, H. W. P. Koops in "Surface imaging with HMCTS on SAL resists, a dry developable electron beam process with high sensitivity and good resolution", Microelectronic Engineering 21 (1993) 275—278 beschrieben.

2. Die dazu benötigten Verfahren zur genauen Prozeßkontrolle wurden in Quelle 9.] von H. W. P. Koops, B. Fischer, T. Kerber, in "Endpoint detection for silylation processes with waveguide modes", Microelectronic Engineering 21 (1993) 235—238 und in Quelle 10.] von J. Vac, SCI Technol. B 6 (1) (1988) 477 beschrieben.

Hohe Brechzahlunterschiede können durch Implantation von Ionen mit hohen Energien und hohen Dosen in PMMA hergestellt werden. Derartige Verfahren sind in Quelle 11.] von R. Kallweit, J. P. Biersack in "Ion Beam Induced Changes of the Refractive Index of PMMA", Radiation Effects and Defects in Solids, 1991, Vol. 116, pp 29—36 und in Quelle 12.] von R. Kallweit, U. Roll, J. Kuppe, H. Strack "Long-Term Studies on the Optical Performance of Ion Implanted PMMA Under the Influence of Different Media", Mat.Res. Soc. Symp. Proc. Vol. 338 (1994) 619—624 beschrieben worden. Dabei werden Brechzahlunterschiede im massiven PMMA-Material bis zu 20% erreicht. Zur Strukturierung müssen allerdings maskierende Verfahren eingesetzt werden. Dabei ist wegen der hohen Ionen-Energie und der geforderten Absorber-Schichtdicke in der Maske die Auflösung durch die in den Maskenherstellungstechnologien erreichbare Randrauhigkeit begrenzt. Elektrisch schaltbare in Wellenleiter eingebaute Bereiche können durch die Eindiffusion von gepolten nichtlinear-optischen Materialien in Polymeren erzeugt werden. Auf diese Art und Weise kann die Verknüpfung zu elektrischer Einstellbarkeit optischer Wege oder der Beeinflussung optischer Vorgänge erreicht werden.

13.] M. Eich, H. Looser, D. Y. Yoon, R. Twieg, G. C. Björklund, "Second harmonic generation in poled organic monomeric glasses", J. Opt. Soc. Am. B, 6, 8, (1989),

14.] M. Eich, A. Sen, H. Looser, G. C. Björklund, J. D. Swalen, R. Twieg, D. Y. Yoon, "Corona Poling and Real Time Second Harmonic Generation Study of a Novel Covalently Functionalized Amorphous Nonlinear Optical Polymer", J. Appl. Phys., 66, 6 (1989) R. Birenheide,

15.] M. Eich, D. A. Jungbauer, O. Herrmann-Schönherr, K. Stoll, J. H. Wendorff, "Analysis of Reorientational Processes in Liquid Crystalline Side Chain Polymers Using Dielectric Relaxation, Electro-Optical Relaxation and Switching Studies", Mol. Cryst. Liq. Cryst., 177, 13 (1989),

16.] M. Eich, G. C. Björklund, D. Y. Yoon, "Poled Amorphous Polymers of Second Order Nonlinear Optics", Polymers for Advanced Technologies, 1, 189 (1990) M. Stalder, P. Ehbets, "Electrically switchable diffractive optical element for image processing", Optics Letters 19, 1 (1994).

Freie Gestaltbarkeit der Struktur wird erreicht, wenn mit dem neuartigen Verfahren der Additiven Lithographie 3-dimensionale Strukturen und periodische Anordnungen auf beliebigen, billigen Substraten aufgebaut werden und durch Materialwahl der Prekursoren der Brechungsindex des Deponats der Aufgabenstellung

angepaßt wird. Als Quellen zu o.g. Problematik werden [Quelle 8–16] sowie die nachfolgend aufgeführten Quellen benannt.

17.] M. Stalder, P. Ehbets, "Electrically switchable diffractive optical element for image processing", *Optics Letters* 19, 1 (1994),

18.] H. W. P. Koops, R. Weiel, D. P. Kern, T. H. Baum, "High Resolution Electron Beam Induced Deposition", *Proc. 31. Int. Symp. On Electron, Ion, and Photon Beams*, *J. Vac. Sci. Technol. B* 6(1) (1988) 477,

19.] H. W. P. Koops, J. Kretz, M. Rudolph, M. Weber "Constructive 3-dimensional Lithography with Electron Beam Induced Deposition for Quantum Effect Devices", *J. Vac. Sci. Technol. B* 10(6) Nov., Dec. (1993) 2386–2389,

20.] H. W. P. Koops, d. Kretz, M. Rudolph, M. Weber, G. Dahm, K. L. Lee, "Characterization and application of materials grown by electron beam induced deposition", *Invited lecture Micro Process 1994*, *Jpn. J. Appl. Vol. 33* (1994) 7099–7107, Part. 1 No. 12B, December 1994,

21.] Hans W. P. Koops, Shawn-Yu Lin, "3-Dimensional Photon Crystals Generated Us Ing Additive Corpuscular-Beam-Lithography" Patentschrift eingereicht am 20.08.1995.

Aus Photonen-Kristallen lassen sich so schmalbandige geometrische fest einstellbare Filter und hochreflektierende Spiegel miniaturisiert aufbauen. Kombiniert man die in Depositionstechnik hergestellten Photonen-Kristalle mit nichtlinear-optischen Materialien in den Zwischenräumen der Deponate, so lassen sich miniaturisierte einstellbare optische Komponenten erzielen [Quelle 21].

Heutige oberflächenabbildende Verfahren lassen mit optischen Phasennmasken und Steppern und mit dem Einsatz von Trocken-Ätzverfahren die für optische Gitter und andere optische Elemente erforderliche Auflösung und Höhenverhältnisse erreichen. Dazu ist die Lithographie- und Prozeß-Ausrüstung der Hersteller elektronischer Speicher, die 1 G-bit Größe und entsprechende Auflösung besitzen, in der Lage. Hochdurchsatz-Produktionsverfahren werden in korpuskularstrahl-optische Verkleinerungstechniken angewendet, wie in den folgenden Quellen ausgeführt:

23.] H. Koops, 1974, DE-PS 24 46 789.8-33 "Korpuskularstrahl optisches Gerät zur Korpuskelbestrahlung eines Präparates",

24.] H. Koops, 1974, DE-PS 24 60 716.7 "Korpuskularstrahl optisches Gerät zur Korpuskelbestrahlung eines Präparates",

25.] H. Koops, 1974, DE-PS 24 60 715.6 "Korpuskularstrahl optisches Gerät zur Korpuskelbestrahlung eines Präparates in Form eines Flächenmusters mit mehreren untereinander gleichen Flächenelementen",

26.] H. Koops, 1975, DE-PS 25 15 550.4 "Korpuskularstrahl optisches Gerät zur Abbildung einer Maske auf ein zu bestrahlendes Präparat",

27.] H. W. P. Koops, "Capacities of Electron Beam Reducing Image Projection Systems with Dynamically Compensated Field Aberrations" *Microelectronic Engineering* 9 (1989) 217–220.

Eine weitere bekannte Verkleinerungstechnik beruht auf Stempel-Techniken mit kleinen Masken-Schablonen wie in nachfolgenden Quellen beschrieben:

28.] H. Elsner, P. Hahmann, G. Dahm, H. W. P. Koops "Multiple Beam-shaping Diaphragm for Efficient Exposure of Gratings" *J. Vac. Sci. Technol. B* 0(6) Nov, Dec. (1993) 2373–2376,

29.] H. Elsner, H.-J. Döring, H. Schacke, G. Dahm, H.

W. P. Koops, "Advanced Multiple Beam-shaping Diaphragm for Efficient Exposure", *Microelectronic Engineering* 23 (1994) 85–88.

Auch durch den Einsatz der elektronenstrahlinduzierten Deposition in Projektionsgeräten läßt sich eine Verkleinerung realisieren.

30.] M. Rüb, H. W. P. Koops, T. Tschudi "Electron beam induced deposition in a reducing image projector", *Microelectronic Engineering* 9 (1989) 251–254.

10 Integriert-optische Strukturen, bei welchen das Verfahren der Brechzahlmodulation durch Eindiffusion von Nichtlinearoptischen-, Hochbrechzahl- oder Flüssigkristall-Monomeren in bestehende Polymere in Verbindung zu freistehenden Polymer-Strukturen angewandt wird, und der Brechzahlunterschied zum Vakuum als der wesentliche Schritt der Brechzahl-Erhöhen eingesetzt wird, sind derzeit nicht bekannt.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung von aktiven und passiven optischen Komponenten basiert auf den an sich bekannten Verfahren der Oberflächenabbildung zur Herstellung einer sauerstoffresistenten Ätzmaske in unbelichteten Bereichen und der Eindiffusion von Molekülen in strukturierte Polymerschichten.

25 Erfindungsgemäß wird auf eine optoelektronische Komponente, bestehend aus Glas und Leiterbahn oder aus Substrat mindestens eine strukturierte Lack-Polymerschicht hoher Empfindlichkeit aufgebracht. Anschließend werden definierte Bereiche der Lack-Polymerschicht belichtet und so eine Ätzmaske erzeugt. Durch hochgradige anisotrope Tiefenätzung der nicht geschützten Bereiche wird die Ätzmaske in die unter der Ätzmaske befindliche Lack-Polymerschicht übertragen. Die belichteten Bereiche der Lack-Polymerschicht werden in vertikaler Richtung abgetragen, so daß die nicht belichteten Seitenflächen der durch die Ätzmaske geschützten Bereiche freiliegen.

In dem sich anschließenden Prozeß der Gasphasen- bzw. Flüssig-Phasen-Eindiffusion wird die unbelichtete Lack-Polymerschicht von ihrer Oberfläche durch die Maske der Oberflächenmaskierung und von ihren durch die Sauerstoff-Tiefenätzung freigelegten Seitenflächen unter Temperatureinwirkung mit Monomeren gefüllt. Dabei werden Monomere verwendet, die geeignet sind, die bereits vorhandene Struktur des Polymers auf zu brechen und sie umzustrukturieren, so daß sich die optischen Eigenschaften der optoelektronischen Komponente in Abhängigkeit von der Art der verwendeten Monomere, sowie der Temperatur und der Einwirkzeit gezielt verändern lassen. Im Eindiffusionsprozeß schwillt das Polymer dann allseitig und so kann der zuvor verlorene Randbereich durch das geschwollene Material gezielt und durch die Diffusions-Zeit und Temperatur gesteuert ausgeglichen werden. Zusätzlich sind die durch Schwellung entstandenen Oberflächen wegen der wirkenden Oberflächenspannung sehr glatt, d. h. Rauhtiefen im 2 nm Bereich werden erreicht. Nach der Diffusion ausgeführtes UV-Härten und Tiefenvernetzen der eindiffundierten Moleküle sichert das erreichte Brechzahlprofil auch langfristig.

60 Durch die Eindiffusion von schwermetalloxidhaltigen, nichtlinear-optischen oder Flüssigkristall-Monomeren oder auch "Seltene Erden" enthaltende Moleküle in die freigelegten tiefen Polymer-Strukturen können nun neben passiven auch nichtlinear-optisch aktive Materialien in ausgewählten Bereichen erzeugt werden. Damit ist die Herstellung von eindiffundierten Brechzahlprofilen in durch optische und Korpuskularstrahl-Lithogra-

phie definierte Bereiche möglich.

Die erfindungsgemäße Lösung soll anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden.

In Fig. 1 ist das Schema der Herstellung von Brechzahlprofil-Strukturen mit Hilfe der chemischen Eindiffusion im erweiterten Silylierungsprozeß dargestellt.

Auf dem aus Glas und Leiterbahn aufgebauten Grundkörper wird eine strukturierbare Polymerschicht hoher Empfindlichkeit aufgebracht. Im Ausführungsbeispiel wurde Novolak verwendet. Die Ätzmaske wird durch Belichtung definierter, dem späteren Bauelement entsprechender Bereiche der Lack-Polymerschicht in Verbindung mit einem Silylierungsprozeß der unbelichteten Bereiche erzeugt. Durch die Kombination des Silylierungsverfahrens zur hochauflösenden Strukturdefinition mit dem Trockenätzen der vernetzten Polymere zur Herstellung der großen Höhen zu Breitenverhältnisse der Strukturen wird erreicht, daß das unvernetzte/unbelichtete Material zu weiteren chemischen Eindiffusion von Monomeren für die verschiedenen gewünschten Effekte zur Verfügung steht. Bei der Belichtung von negativ arbeitendem Novolak wird dieser Teil des Materials normalerweise im Entwicklungsprozeß herausgelöst. Durch die Silylierung bleibt er nach dem Trockenätzen bestehen. Wird der Silylierungsprozeß mit einem kurzen isotropen das Siliziumoxid der Silylierungsmaske angreifenden Prozeß begonnen, so weitet sich zwar die Struktur, jedoch wird die durch den "shot-noise" der Elektronenbelichtung im Randbereich der Maske erhaltene rauhe Kantenstruktur des silylierten Bereiches geglättet.

Damit können im nachfolgenden anisotropen Trockenätzprozeß, bei dem ein Ätzmittel verwendet wird, welches das Silizium-Oxid der Ätzmaske angreift, mit gerichteten Sauerstoffionen glatte Seitenwände des Polymers erzielt werden. Damit wird das bei Korpuskularstrahl-optik unvermeidliche "shot-noise"-Randrauheitsproblem gelöst. Auf diese Weise werden auch die an den rauhen Flächen zu erwartenden Streuverluste minimiert.

Im anschließenden Eindiffusionsprozeß schwillt das Polymer dann allseitig, so daß der zuvor verlorene Randbereich durch das geschwollene Material und durch die Diffusions-Zeit und die Temperatur gesteuert ausgeglichen werden kann. Durch die Eindiffusion von schwermetall-oxid-haltigen Verbindungen, nichtlinear-optischen Verbindungen oder anderen ähnlich gearteten Verbindungen oder auch durch die Eindiffusion von in "Seltene Erden" enthaltenen Molekülen in die freigelegte tiefe Polymer-Strukturen können nun neben passiven auch nichtlinear-optisch aktive Materialien in ausgewählten Bereichen erzeugt werden. Damit ist die Herstellung von eindiffundierten Brechzahlprofilen in durch optische und Korpuskular-Lithographie definierte Bereiche möglich. Diese Eindiffusion kann wie herkömmlich in ungeätzte Polymerschichten erfolgen, was zu Brechzahlunterschieden bis 10% führt. Wird die Eindiffusion in durch naßchemisches Entwickeln oder durch Trockenätzen bereits strukturierten Polymerschichten durchgeführt, so können Brechzahlunterschiede von 1,5 bis 3 erzeugt werden.

Mit diesem Verfahren kann der Brechungsindex-Unterschied von 10^{-3} bis 10^{-4} im Fall von mit UV- und Elektronen belichtetem Plexiglas auf 0.06 als Brechzahlunterschied zwischen silyliertem und unsilyliertem Novolak gesteigert werden. Die erzielten Brechzahlunterschiede können noch weiter dadurch gesteigert werden, daß die durch den Belichtungsprozeß negativ polymeri-

sierten Lackbereiche durch Sauerstoff-Trockenätzen mit hoher Auflösung aus der optisch aktiven und passiven Struktur herausgelöst werden, und so Brechzahlunterschiede zum Vakuum $n = 1$ entstehen. Im Fall des freistehenden silylierten Bereiches vergrößert sich der Brechzahlunterschied auf 1,57, während er für das unsilylierte Material 1,63 beträgt. Damit besteht die fertige Komponente aus chemisch inerten abgesättigten Stoffen glasartiger Zusammensetzung und guter Beständigkeit. Die eindiffundierten Bereiche können durch UV-Tiefenvernetzung langzeitstabil vernetzt werden, was eine hohe Lebensdauer der Bauelemente ermöglicht. Die Mischung von elektrischen und integriert-optischen Bauelementen in den Schichten des Bauelementes ist ohne Schwierigkeit möglich, da es sich bei dem Verfahren um in der Lithographie seit Jahren eingesetzte Prozesse handelt. Die Herstellung ist beschleunigt, da die Novolak-Lacksysteme sich im Vergleich zu PMMA (Plexiglas) durch ca. 20-fach höhere Empfindlichkeit auszeichnen. Der Sauerstoff-Ätzprozeß tempert zusätzlich die mit Chemikalien eindiffundierten Bereiche und sichert so die Beständigkeit der Komponenten.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren können beugende Strukturen hoher Güte und Effektivität mit wenigen Gitterebenen oder Strichen erzeugt und so integriert-optische Bauelemente wie Koppler, Gitter, Selektoren und Reflektoren mit wenigen Gitterperioden hergestellt werden. Bei der Verwendung so hoher Brechzahlunterschiede in den optischen Strukturen und Gittern lassen sich dieselben optischen Güten mit viel kürzeren Bauelementen als es mit der Polymer-Plexiglas-Technik möglich ist, erzielen. Damit wird die Packungsdichte der integriert optischen Elemente in der miniaturisierten integrierten Optik stark erhöht. Für die Realisierung der erfindungsgemäßen optischen Komponenten in größerem Umfang werden folgende Möglichkeiten gesehen:

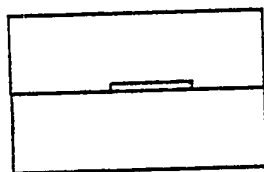
1. Durch strahlführende oder Stempelmasken projizierende Lithographiegeräte mit variabel geformten Strahl könnten in kurzen Zeiten schnelle Entwicklungsschritte in der Technik in geringen Stückzahlen durchgeführt werden.
2. Eine Massenproduktion der erfindungsgemäßen optoelektronischen Komponenten läßt sich vorzugsweise mit den aus dem optischen Speicherbau bekannten herkömmlichen Lithographieverfahren, wie Korpuskularstrahl- und optische Schablonen-Projektions-Techniken und optische Masken-Projektions-Techniken inklusive der Röntgen-Lithographie-Verfahren kostengünstig realisieren.

Das Verfahren ermöglicht die Erhöhung der Packungsdichte zukünftiger integrierter Monomode-Optik bei gleichzeitiger kostengünstiger Herstellung großer Stückzahlen.

Patentansprüche

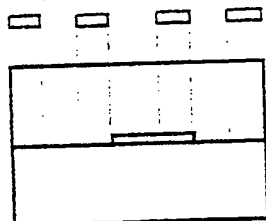
1. Verfahren zur Herstellung von aktiven bzw. passiven Komponenten auf Polymerbasis für die integrierte Optik unter Einbeziehung des Prinzips der Gasphasen- bzw. Flüssig-Phasen-Eindiffusion, dadurch gekennzeichnet,
— daß auf eine optoelektronische Komponente mindestens eine strukturierbare Lack-Polymerschicht hoher Empfindlichkeit aufgebracht wird,

- daß durch Belichtung definierter Bereiche der Lack-Polymerschicht eine Ätzmaske erzeugt wird,
- daß die Ätzmaske durch hochgradig anisotrope Tiefenätzung der nicht geschützten Bereiche in die unter der Ätzmaske befindliche Lack-Polymerschicht übertragen wird, wobei die belichteten Bereiche der Lack-Polymerschicht in vertikaler Richtung abgetragen werden, so daß die nicht belichteten Seitenflächen der durch die Ätzmaske geschützten Bereiche freiliegen,
- daß die unbelichtete Lack-Polymerschicht von ihrer Oberfläche durch die Maske der Oberflächenmaskierung und von ihren durch die Tiefenätzung freigelegten unbelichteten Seitenflächen, durch Gasphasen- bzw. Flüssigphasen-Eindiffusion unter Temperatureinwirkung mit Monomeren gefüllt wird, die geeignet sind, die bereits vorhandene Struktur des Polymers zu füllen, sie aufzubrechen und sie umzustrukturieren, wobei sich die optischen Eigenschaften der optoelektronischen Komponente in Abhängigkeit von der Art der für die Dotierung verwendeten Monomere, sowie der Temperatur und der Einwirkzeit gezielt verändern lassen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die beim Eindiffusionsprozeß zwangsläufig auftretende Materialschwellung gezielt über die Diffusions-Zeit und die Prozeßtemperatur gesteuert wird, bis die Struktur-Ungenauigkeiten wieder ausgeglichen sind, wobei gleichzeitig eine Glättung der Oberflächenrauigkeit erzielt wird, die durch die Wirksamkeit der Oberflächen-
spannung im Material bewirkt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß durch die Verwendung von Vakuum bzw. Luft bei Normaldruck in den Zwischenräumen des strukturierten Polymers ein Brechzahlunterschied $> 1,5$ zu den Strukturen im gefüllten Polymer eingestellt wird, so daß optische Elemente höchster Güte mit wenigen Perioden und damit mit wenigen brechenden Flächen entstehen.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die mit nichtlinearem Material gefüllte Polymer-Struktur mit elektrischen Elektroden umgeben und daß über die Steuerung des zwischen den elektrischen Elektroden anliegenden elektrischen Feldes die Polymer-Struktur in ihren optischen Eigenschaften beeinflusst wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die mit nichtlinear optischem Material gefüllte Polymer-Struktur an Wellenleiter angeschlossen wird, durch die Licht in die Polymer-Struktur eingekoppelt wird und daß über die Veränderung des eingekoppelten Lichtes die Polymer-Struktur in ihren optischen Eigenschaften beeinflusst wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ätzmaske durch Belichtung definierter Bereiche der Lack-Polymerschicht in Verbindung mit der Silylierung der nicht belichteten Bereiche der Lack-Polymerschicht erzeugt wird, und daß die Ätzmaske nach der Silylierung mit einem isotropen Ätzangriff unter Anwendung eines das Silizium-Oxid der Ätzmaske angreifenden Mittels an ihren Rändern geglättet wird.



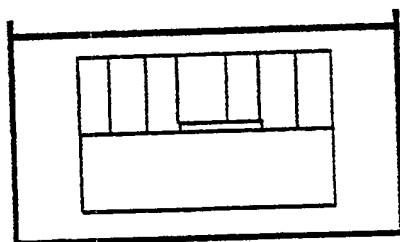
Polymer (Novolak)
Leiterbahn
Glas

e⁻, ion, UV, x-ray

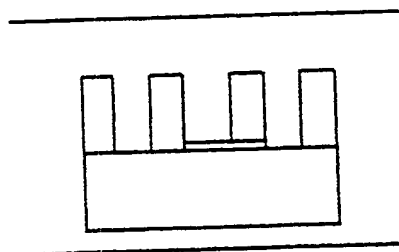


Maske

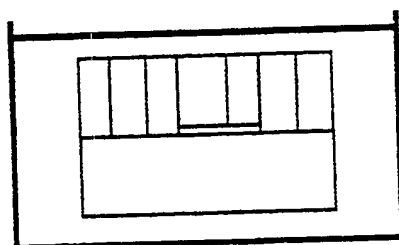
Polymer (Novolak)
Leiterbahn
Glas



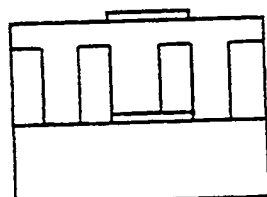
Silylieren der
unbelichteten Bereiche



Sauerstoff-Plasma



Eindiffundieren von
NLO-Materialien



Füllen mit anderem
optisch aktivem Material
darauf Leiterbahn-Struktur